Chemie · Abi auf 2 Seiten · 7 / 8

Reaktionsmechanismen

Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nukleophile Substitution, Eliminierung, Veresterung

Grundbegriffe

- **Homolytische** Spaltung: Jedes Atom bekommt ein Elektron → **Radikale**. **Heterolytische** Spaltung: Ein Atom bekommt beide → Ionen.
- **Elektrophil** („elektronenliebend"): positiv oder δ+, sucht Elektronen, z. B. Br^+, H^+. **Nukleophil**: hat ein freies Elektronenpaar oder negative Ladung, z. B. OH^-, H_2O.
- Elektronenpfeile zeigen immer, wohin ein **Elektronenpaar** wandert, vom Elektronenreichen zum Elektronenarmen.

Im Abitur
Mechanismen Schritt für Schritt mit Elektronenpfeilen formulieren und Produkte vorhersagen.

Reaktionstypen
Substitution (Austausch), Addition (anlagern), Eliminierung (abspalten), Kondensation (Verknüpfung unter Wasserabspaltung).

Radikalische Substitution (S_R)

Alkan + Halogen unter **Licht**: $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$

Schritt	Was passiert
1 Start	Licht spaltet Cl_2 homolytisch: $Cl_2 \rightarrow 2\ Cl\cdot$
2 Kettenreaktion	$Cl\cdot + CH_4 \rightarrow HCl + \cdot CH_3$ · $\cdot CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + Cl\cdot$
3 Abbruch	zwei Radikale treffen sich: $Cl\cdot + Cl\cdot \rightarrow Cl_2$, $\cdot CH_3 + \cdot CH_3 \rightarrow C_2H_6$, $\cdot CH_3 + Cl\cdot \rightarrow CH_3Cl$

Nebenprodukte
Mehrfach substituiert (CH_2Cl_2 …) und Ethan aus dem Abbruch: Gemisch.

Elektrophile Addition (A_E)

Alken + Brom: Ethen + Br_2 → 1,2-Dibromethan, Bromwasser wird entfärbt.

- Das Br_2-Molekül wird an der elektronenreichen C=C-Bindung polarisiert ($Br^{\delta+}$–$Br^{\delta-}$).
- $Br^{\delta+}$ greift an, es entsteht ein **Bromonium-Ion** (bzw. Carbokation), Br^- wird frei.
- Br^- greift von der **Rückseite** an → trans-Addition.

Markownikow
Bei HBr an Propen geht H an das C-Atom mit mehr H-Atomen: 2-Brompropan entsteht bevorzugt.

Konkurrenz im Experiment

- In Bromwasser mit NaCl entsteht auch 1-Brom-2-chlorethan: Beweis, dass Br^- erst im zweiten Schritt angreift.

Typisch Abi
Mit Nebenprodukten auf den Mechanismus schließen.

Nukleophile Substitution (S_N, eA)

Halogenalkan + Nukleophil: $CH_3–Br + OH^- \rightarrow CH_3–OH + Br^-$

S_N1 und S_N2

	S_N1	S_N2
Ablauf	zweistufig: erst Carbokation, dann Angriff	einstufig: Angriff von der Rückseite, gleichzeitig Abspaltung
bevorzugt bei	tertiären C-Atomen (stabiles Carbokation)	primären C-Atomen
Geschwindigkeit hängt ab von	nur dem Halogenalkan	Halogenalkan und Nukleophil

Eliminierung
Konkurrenz: Mit starker Base und Hitze wird HBr abgespalten, es entsteht ein Alken.

Veresterung (Kondensation)

Carbonsäure + Alkohol $\rightleftharpoons$ Ester + Wasser, Katalysator: konzentrierte Schwefelsäure.

- Ethansäure + Ethanol $\rightleftharpoons$ Ethansäureethylester + H_2O. Gleichgewicht mit $K \approx 4$, Ausbeute ohne Tricks ≈ 67 %.
- Ablauf: H^+ protoniert die C=O-Gruppe → C-Atom stärker positiv → Alkohol-O greift nukleophil an → Wasser wird abgespalten → H^+ wird zurückgegeben.
- Ausbeute steigern: Edukt im Überschuss, Wasser oder Ester entfernen (Le Chatelier).

Ester
Riechen oft fruchtig: Aromastoffe, Lösungsmittel. Fette sind Ester aus Glycerin und Fettsäuren.

Esterspaltung

- **Saure Hydrolyse:** Umkehr der Veresterung, Gleichgewicht.
- **Alkalische Hydrolyse (Verseifung):** mit OH^- vollständig, weil das Carboxylat-Ion nicht mehr mit dem Alkohol reagiert. Aus Fett entsteht Seife.

Seife
Natriumsalz einer langkettigen Fettsäure, amphiphil.

Typische Fehler

- Bei S_R die Lichtbedingung oder den Abbruch vergessen.
- Elektronenpfeil vom Elektrophil zum Nukleophil gezeichnet. Richtung umgekehrt!
- Jede Entfärbung von Bromwasser als Addition gedeutet. Schnell und im Dunkeln: C=C. Alkane reagieren nur unter Licht (S_R).

Mechanismus-Schema
Edukte, Bedingungen, Schritte mit Pfeilen, Zwischenstufe, Produkte, Nebenprodukte.

Weiter lernen

mehr Zettel folgen

- Mehr Überblicke gibt es kostenlos.

Alle Zettel kostenlos:

Link im TikTok-Profil

von randnotiz